

## УТЕПЛИТЕЛЬ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Кудренко А.С., Альбаева И.И., Феськова М.Ю., Власова С.Г.  
УрФУ, e-mail: vlassvet@k66.ru*

С ноября 2009 г. вступил в силу Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», одним из направлений которого стал вопрос об управлении энергоэффективностью зданий, строений, сооружений. На государственном уровне устанавливается целый ряд требований, таких как: показатели энергоэффективности для объекта в целом; для архитектурно-планировочных решений; для элементов объекта и конструкций, а также материалов и технологий, применяемых при капитальном ремонте. В состав проектной документации на строительство должен быть включен раздел энергоэффективности. Собственники зданий, строений, сооружений в течение всего срока их эксплуатации обязаны не только обеспечивать установленные показатели энергоэффективности, но и проводить мероприятия по их повышению. Остро встает вопрос производства высококачественной тепловой изоляции, отвечающей требованиям пожаробезопасности, практичности, экологичности и, главное, изготовление материала должно быть экономически выгодно.

На практике теплоизоляционные материалы принято делить на три группы по виду основного исходного сырья: органические, неорганические, смешанные.

Главный недостаток органических – низкая огнестойкость, при их горении выделяются вредные химические вещества, ядовитые для человека. В перспективе использование этих материалов в строительстве должно быть сведено к минимуму.

Неорганические – минеральная вата имеет низкие прочностные характеристики, повышенное водопоглощение, возникают трудности при монтаже (необходимы специальные защитные средства); в технологии изготовления теплоизоляционных материалов из ваты используют органические смолы.

Перспективным материалом в строительстве, не обладающим перечисленными недостатками, является пеностекло. Оно имеет упорядоченную структуру, низкое водопоглощение и малое значение объемной массы при относительно высокой прочности.

Целью данной исследовательской работы является изучение возможности использования боя листового стекла для получения теплоизоляционного пеностекла с применением углеродного газообразователя – тонкодисперсной сажи.

Шихта для получения пеностекла готовилась следующим образом. Производили помол стекольного порошка в мельнице до нужной степени измельчения (размер зерен до 0,63 мм), затем смешивали со вспенивателем – сажой (высокодисперсный углеродистый материал, который образуется при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов, содержащихся в природных или промышленных газах) до получения однородной массы. Для поддержания определенной атмосферы в печи и для лучшего вспенивания в шихту

добавлен оксид сурьмы, с целью повышения концентрации активного кислорода, необходимого для окисления газообразователя, при этом формировалась более мелкодисперсная ячеистая структура. После засыпки в форму поверхность шихты разравнивается, форма устанавливается в печь и нагревается со скоростью  $10,5 - 13,3$   $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  в течение  $60 - 85$  минут до температуры вспенивания от  $850$  до  $950$   $^{\circ}\text{C}$ , затем выдержка  $20$  мин. при максимальной температуре и резкое охлаждение образца в течение  $5$  мин. Отжигали образцы при  $600-650$   $^{\circ}\text{C}$  в течение  $20-30$  мин.

Было получено более двух десятков образцов, каждый с соответствующей температурой вспенивания, скоростью нагрева, температурой отжига и определенным содержанием газообразователя (от  $1$  до  $5$  масс. %).

Определяя физико-химические свойства полученного пористого материала, были получены следующие результаты.

1 Экспериментальные значения основных свойств пеностекла лежат в допустимых пределах:

- а) объемная масса –  $180-350$   $\text{кг}/\text{м}^3$ ;
- б) водопоглощение – до  $8$  %;
- в) теплопроводность –  $0,07-0,11$   $\text{Вт}/\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$ ;
- г) прочность при сжатии меняется в пределах  $0,8-1,7$  МПа;

2. Пеностекло, полученное на основе листового прозрачного боя и с содержанием сажи  $1,5-2$  %, является хорошим теплоизоляционным материалом (водопоглощение соответствует рекомендуемым значениям, объемная масса изменяется от  $180$  до  $231$   $\text{кг}/\text{м}^3$  при достаточной прочности).

3. Оптимальный температурный режим вспенивания:  $T_{\text{всп}} = 920$   $^{\circ}\text{C}$ , скорость нагрева  $12,2$   $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ , отжиг при  $T_{\text{отж}} = 600$   $^{\circ}\text{C}$  в течение  $20$  мин; такие образцы имеют самую малую объемную массу.

Использование отходов стекольного производства позволит выйти промышленности строительных материалов на новый уровень ресурсо- и энергосбережения. Использование в качестве вспенивателя тонкодисперсной сажи позволяет получить теплоизоляционные материалы с замкнутыми порами, с заданными техническими и физическими характеристиками, которые соответствуют требуемым в строительстве. Таким образом, можно получить экологичный и пожаробезопасный материал.

Результаты исследований показали возможность использования стеклобоя для получения пеностекла в промышленных масштабах.

На кафедре технологии стекла УрФУ ведутся исследования по получению пеностекла в двух других направлениях: синтез пеностекла из стеклобоя с дешевыми добавками шлака и использование отходов при стекловарении для получения стекла-полуфабриката определенного состава, что благоприятно с точки зрения ресурсосбережения, снижения себестоимости продукта, а также утилизации отходов металлургической промышленности.